

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 63-272107

(43)Date of publication of application : 09.11.1988

(51)Int.Cl.

H03F 1/02

H03F 3/60

(21)Application number : 62-104225

(71)Applicant : HITACHI LTD

(22)Date of filing : 30.04.1987

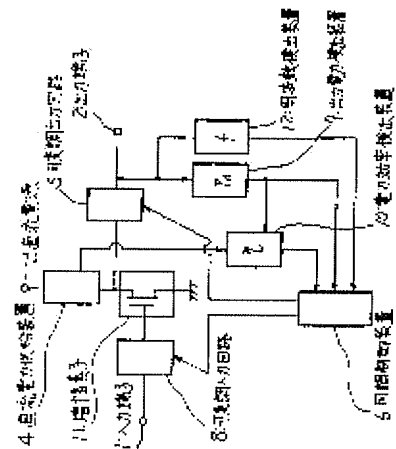
(72)Inventor : KATSUEDA MINEO  
OKABE TAKEAKI  
ITO HIDESHI  
YOSHIDA ISAO  
NAGATA MINORU

## (54) HIGH FREQUENCY POWER AMPLIFIER

### (57)Abstract:

**PURPOSE:** To maintain a power efficiency or an output power at a high level over the wide range of the output power or a frequency by controlling an input output tuning circuit so as to always obtain the high power efficiency, the high output power or both of them.

**CONSTITUTION:** A power efficiency detecting device 10 detects a direct current power through a direct current power supplying device 4, detects an output power by an output power detecting device 9 and as the result, detects the power efficiency. Based on the power efficiency detected by the device 10, the output power detected by the device 9 and further, as needed, a frequency detected by a device 12, a tuning control device 6 controls a variable tuning output circuit 5, a variable tuning input circuit 8 or both of them. A control method is a so-called feed-back control or a feed forward control so that the power efficiency, the output power or both of them always can be enlarged as much as possible. Thus, the high power efficiency is obtained.



## ⑫ 公開特許公報(A)

昭63-272107

⑬ Int.Cl.<sup>4</sup>

識別記号

庁内整理番号

⑭ 公開 昭和63年(1988)11月9日

H 03 F 1/02  
3/607827-5J  
6658-5J

審査請求 未請求 発明の数 1 (全8頁)

⑮ 発明の名称 高周波電力増幅器

⑯ 特 願 昭62-104225

⑰ 出 願 昭62(1987)4月30日

⑱ 発 明 者 勝 枝 嶺 雄 東京都国分寺市東恋ヶ窪1丁目280番地 株式会社日立製作所中央研究所内

⑲ 発 明 者 岡 部 健 明 東京都国分寺市東恋ヶ窪1丁目280番地 株式会社日立製作所中央研究所内

⑳ 発 明 者 伊 藤 秀 史 群馬県高崎市西横手町111番地 株式会社日立製作所高崎工場内

㉑ 発 明 者 吉 田 功 東京都国分寺市東恋ヶ窪1丁目280番地 株式会社日立製作所中央研究所内

㉒ 出 願 人 株式会社日立製作所 東京都千代田区神田駿河台4丁目6番地

㉓ 代 理 人 弁理士 小川 勝男 外1名

最終頁に続く

## 明 細 書

## 1. 発明の名称

高周波電力増幅器

## 2. 特許請求の範囲

1. 出力電力検出装置と電力効率検出装置と可変同調装置の全て、または一部を含み、電力効率あるいは出力電力、あるいはその両方が高くなるように上記可変同調装置を制御する制御装置を設けたことを特徴とする高周波電力増幅器。

2. 周波数検出装置を設け、これにより動作周波数を検出して、周波数の変化に追従して出力電力あるいは電力効率、あるいはその両方を制御する機構を設けたことを特徴とする特許請求の範囲第1項記載の高周波電力増幅器。

## 3. 発明の詳細な説明

(産業上の利用分野)

本発明は出力または電力効率を高くするに好適な高周波電力増幅器に関する。

(従来技術)

従来、高周波電力増幅器の電力効率を高くする

ためには、上記高周波電力増幅器に使用されるトランジスタの入力を過大に駆動して、上記トランジスタをスイッチング動作させる方法が用いられてきた。この種の装置に関連するものとして、例えばアイ・イー・イー・イー、ジャーナル オブ ソリッド ステート サーキット、エス シー 10, 3 (1975年) 第168頁から第176頁 (IEEE, Journal of Solid State Circuit, Vol. SC-10, No 3 (June 1975) p p 168-176等が挙げられる。

(発明が解決しようとする問題点)

この種の装置においては、その出力同調回路は、上記トランジスタに流れる高周波電流と上記トランジスタに印加される高周波電圧とが相互に、いわゆる重なりを示さないように同調されており、上記トランジスタの入力が十分に大きく駆動されている限り、上記トランジスタによって消費される電力の損失は少ない。従ってその直流変換効率(コレクタ効率あるいはドレイン効率)は高くなる。しかし、上記トランジスタの入力を過大に駆

動する必要がある、そのための入力電力も過大になっている。従つて上記入力電力を差引いた正味の効率、すなわち電力付加効率は低くなつてしまう場合があつた。

一方、入力電力が小さくなつた場合は、トランジスタに流れる高周波電流は入力信号波形に追従する波形を示す。その場合、上記トランジスタの高周波電流波形と高周波電圧波形は、いわゆる重なりを示すようになり、電力の損失を生じて、電力効率を低下させてしまう。

すなわち、従来の高効率電力増幅器においては、入力小さくなり、それに応じて出力も小さくなつた場合に、電力効率の低下が発生するという現象があつた。この現象は、送信電力の可変機構を有する無線電送系に使用される高周波電力増幅器においては特に問題となる。すなわち最も使用頻度の高い中位の出力レベルにおいて上記電力増幅器の電力効率が低下する。このために中位の出力レベルにおいて電力効率が高くなるように同調すると、高い出力レベルにおいては入力が過大に至

り、上記のように電力増幅器の付加電力効率が低下してしまう。

さらに、従来の高周波電力増幅器は、同調された中心周波数においては高い電力効率あるいは出力電力が得られるが増幅周波数帯の両端においては低下する現象がみられた。

このように従来の高周波電力増幅器では、その広い範囲の出力レベルに渡つて、電力効率を高める配慮がなされておらず、特に出力可変の電力増幅系における電力効率が低くなる問題があつた。更に、従来の高周波電力増幅器では、その広い周波数帯に渡つて電力効率あるいは出力を高める配慮がなされておらず、特に周波数可変の電力増幅系における電力効率あるいは出力が低くなる問題があつた。

本発明の第1の目的は、以上述べた高周波電力増幅器の広い範囲の出力レベルに渡つて、その電力効率を高める手段を提供することである。更に、本発明の第2の目的は、高周波電力増幅器の広い周波数範囲に渡つて、その電力効率あるいは出力

を高める手段を提供することである。

〔問題点を解決するための手段〕

上記目的は、入力あるいは出力同調回路に可変同調装置を設け、これを電気的あるいは電気機械的機構により制御することにより、出力電力の大きさ、あるいは増幅される信号周波数に応じて、電力効率あるいは出力、あるいはその両方を、常に、可及的最大のらしめるように動作する制御装置を設けることにより、達成される。

〔作用〕

第1図は本発明の概念図を示す。ここに1は増幅される高周波信号の入力端子であり、2は出力端子、3は直流電源端子である。11は増幅素子であり、電界効果型MOSトランジスタを示したが、この限りではない。5は可変同調出力回路、8は可変同調入力回路であり、それぞれに内蔵された可変同調素子を、6の同調制御装置により、電気的あるいは電気機械的に制御する。9は出力電力検出装置、12は周波数検出装置、10は電力効率検出装置である。この電力効率検出装置

10は直流電力供給装置4を通して直流電力を検出し、出力電力検出装置9により出力電力を検出し、その結果により電力効率を検出する。

同調制御装置6は、装置10により検出された電力効率と、装置9により検出された出力電力と、更に必要に応じて、装置12により検出された周波数とを基に、可変同調出力回路5あるいは可変同調入力回路8、あるいはその両方を制御する。制御の方法は、常に電力効率あるいは出力電力、あるいはその両方が、可能な限り大きく、可及的の最大となるように、いわゆるフィードバック制御、あるいはフィードフォワード制御を行う。ここに、フィードフォワード制御とは、出力電力や周波数の変化に対する制御の方向と程度が既知の場合に使用される方法であり、同調制御装置6を簡略化するものである。

〔実施例〕

第2図(a)は、本発明の第1の実施例である。ここに、1は入力端子、2は出力端子であり、出力あるいは入力電力レベルが同調制御装置6に入

力される。

6は出力あるいは入力電力レベルを検出し、その結果により可変同調出力回路5の可変同調素子501を制御する。ここに、上記制御信号は必ずしも、入力端子あるいは出力端子から検出される必要はなく、あらかじめ定められた、あるいは外部の回路によつてすでに検出されている信号を使用することもできる。

第2図(c)は、本実施例による作用を示す。ここに、曲線Aは、入出力電力レベルが小なる時に、a点において、電力効率が最大となるように同調された場合である。同様に、曲線BおよびCは、それぞれ入出力の電圧レベルが中あるいは大なる時に、それぞれb点およびc点において、電力効率が最大となるように同調された場合を示す。従来のように、同調が固定されている場合には、曲線A<sub>1</sub>、B<sub>1</sub>あるいはC<sub>1</sub>等のうち特定の一つの曲線しか選択できず、従つて曲線A<sub>1</sub>の場合は高出力レベルにおいて、また曲線C<sub>1</sub>の場合は低出力レベルにおいて、それぞれ電力効率が低下し

る。

第2図(d)は、本実施例による作用を示す。ここに、曲線A<sub>2</sub>は、第1の周波数において、a<sub>2</sub>点において出力が最大となるように同調された場合である。同様に、曲線B<sub>2</sub>およびC<sub>2</sub>はそれぞれ、第2および第3の周波数において、それぞれb<sub>2</sub>点およびc<sub>2</sub>点において、出力が最大となるように同調された場合を示す。従来のように、同調が固定されている場合は、曲線A<sub>1</sub>、B<sub>1</sub>あるいはC<sub>1</sub>等のうち特定の一つの曲線しか選択できず、同調された中心周波数以外では出力が低下した。しかし、本発明においては、曲線A<sub>2</sub>、B<sub>2</sub>あるいはC<sub>2</sub>等の特定の一つに固定されず、常に増幅される周波数において、出力が最大となるように、同調回路5あるいは8の可変同調素子501あるいは801が制御されるので、a<sub>2</sub>点、b<sub>2</sub>点およびc<sub>2</sub>点等を結ぶ破線で示す曲線D<sub>2</sub>を実現することができる。以上、出力が最大となるように制御した場合を示したが、これを電力効率が最大となるように制御する場合もある。

た。しかし本発明によれば、可変同調素子501を制御することができるので、必要な出力電力レベルにおいて、常に電力効率が大きくなるように制御することにより、a<sub>1</sub>点、b<sub>1</sub>点あるいはc<sub>1</sub>点等、電力効率が最大となる点を結ぶ、破線で示す曲線D<sub>1</sub>を実現することができる。すなわち、可変同調出力回路5の可変同調素子501は入出力電力レベルが大なる時は、例えば曲線c<sub>1</sub>が得られるように制御され、入出力電力レベルが小なる時は、例えば曲線A<sub>1</sub>が得られるように制御される。

また、第2図(b)は、本発明の第2の実施例である。ここに、1は入力端子であり、入力周波数が同調制御装置7に入力される。同調制御装置7は入力周波数を検出し、その結果に従つて、入力あるいは出力、あるいは入力および出力同調回路の可変同調素子801あるいは501、あるいはその両方を制御する。ここに、制御信号は、入力周波数に対応してあらかじめ定められた制御信号でもよく、この場合は制御端子701を使用す

第3図は、本発明の第3の実施例である。6は制御装置であり、出力電力検出装置601を通して出力電力を検出し、これを直流信号に変換し、更に直流増幅装置604によつて適当な制御信号に変換して、制御電圧印加装置603を通して、バラクタ・ダイオード502の逆印加電圧を制御する。バラクタ・ダイオード502は、本発明における可変同調素子の一例であり、圧電素子等、電気機械的に動作するものを使用することができる。キャパシタ503は直流を遮断し高周波信号を通すバイパス・キャパシタとして、あるいはバラクタ・ダイオード502のキャパシタンスの過不足を調整するようにも使用される。

本実施例において、バラクタ・ダイオード502に印加される制御電圧は、ダイオードが導通しないように印加される。従つて直流電源端子3、直流電圧印加装置4およびストリップ線路504を通して印加される電圧より、制御電圧印加装置603を通して印加される制御電圧は小さいことが必要である。制御電圧が直流電源電圧に極めて

近い時は、バラクタ・ダイオード502は高周波電力の整流作用を行い、キャパシタ503に貯えられた整流電圧によつて自己バイアスが印加されるので、これを制御電圧として使用することもできる。もし、上記整流作用が高周波増幅において、特性上何らかの否定的効果をもたらす場合、あるいは本発明における同調の制御上好ましくない効果をもたらす場合は、制御電圧は更に小さくし、場合によつては負電圧とすることもできる。なお本実施例におけるバラクタ・ダイオード502の極性を逆にした実施例がある。この場合は、上記直流電源電圧より制御電圧が高い必要があり、更に上記高周波信号の整流作用が好ましくない場合は、制御電圧は更に高くする必要がある。

本実施例によれば、出力電力検出を行い、これを最適な制御信号として増幅する制御装置を設けており、本発明の第1の目的を十分に実現することができる。

第4図は、本発明の第4の実施例を示す。本実施例においては、第3の実施例におけるバラクタ

パシタンスは出力電力の大あるいは小に応じて、それぞれ小あるいは大に制御すればよいことが経験的にわかつており、これを制御電圧に換算するとそれぞれ大あるいは小に制御する必要がある。従つて、上記整流作用による自己バイアス電圧を制御電圧として使用することができる。

制御電圧印加装置603としては、高周波的にも直流的にも高抵抗の必要があり、高周波用のチップ抵抗等が使用される。電源端子602には、上記整流作用による自己バイアスの不足分を補う必要がある場合に、上記バラクタ・ダイオードが導通しないように電圧が印加される。バラクタ・ダイオードのキャパシタンス特性が適当なものを使用する場合は、電源端子2は接地して使用することもできる。

また本実施例におけるバラクタ・ダイオードの極性を逆にした、もう一つの実施例があり、この場合も同様の作用を行う。

本実施例は、制御装置が簡略化されたため、その制御特性は必ずしも十分ではないが、制御が

・ダイオード502とキャパシタ503の接続の順序を交換したものである。本実施例における制御電圧は、正の値に設定することができる。また本実施例におけるバラクタ・ダイオード502の極性を逆にしたもう一つの実施例があり、この場合の制御電圧は、負の値に設定することができる。

以上第3および第4の実施例の何れを選択するかは、本発明が応用される高周波増幅装置の直流電源電圧に依存して決定されるが、適当な直流電源電圧がない場合は、新たな直流電源電圧を電源端子602に印加する。

第5図は、本発明の第5の実施例を示す。本実施例は第3の実施例における制御装置6をなくし、その代わりにバラクタ・ダイオード502による高周波電圧の整流作用を使用したものである。すなわち、出力電力が大なる時は高周波電圧の振幅も大きくなるので、整流作用によつて得られる自己バイアス電圧は大きくなり、また出力電力が小なる時は上記自己バイアス電圧は小さくなる。

本実施例におけるバラクタ・ダイオードのキャ

比較的容易である等の利点がある。

第6図は、本発明の第6の実施例を示す。本実施例においては、第5の実施例におけるバラクタ・ダイオード502とキャパシタ503の接続の順序を交換したものであり、その作用および効果は第5の実施例と同様である。

第7図は、本発明の第7の実施例であり、本発明の第2の目的を達成するものである。ここに、7は制御装置であり、701は制御端子である。制御端子701には、入力端子101から入力されて増幅される高周波信号の周波数を示す制御信号が入力される。上記制御信号は、直流増幅装置704により、更に適当な制御信号として増幅あるいは変換されて、制御電圧印加装置603、あるいは703を通して、バラクタ・ダイオード502および802の逆印加電圧を制御する。バラクタ・ダイオード502および802は、本発明における可変同調素子の一例であり、この限りでない。制御の方法は、常に、出力あるいは電力効率、あるいはその両方が最大となるように行わ

れる。

本実施例は、増幅される周波数に対応する制御信号があらかじめ存在する高周波増幅装置に応用され、その周波数帯域を著しく拡大することができる。

#### 〔発明の効果〕

以上のように、本発明によれば、常に電力効率あるいは出力電力、あるいはその両方が高くなるように入出力同調回路を制御することができるので、高周波電力増幅器の出力電力あるいは周波数の広い範囲に渡つて、その電力効率あるいは出力電力を高いレベルに維持することができる。

第8図(a)は、本発明の提供する技術手段による効果を示すものである。同図によると、従来の技術による付加電力効率は、出力電力が大なる時に高くなるように同調されており、出力電力が中乃至小なる時における低下が著しく、10%以上低下する。一方、本発明によれば、上記付加電力効率の低下が、中乃至小なる出力電力時においても極めて小さくなっている。すなわち、最も使

用頻度の高い、中なる出力電力時における付加電力効率を低下させることなく、大なる出力電力時においても、高い付加電力効率を得ることができる。これにより、可変出力高周波電力増幅装置の総合電力効率を高くすることができ、特に乾燥電池等その電力が有限な電源を使用する場合に、その消費電力を著しく少なくすることができる。

更に、本発明の提供する技術手段によれば、増幅される信号周波数に応じて、常に出力電力あるいは電力効率が最大となるように、入力あるいは出力、あるいは入力および出力同調回路を制御することができるので、高周波電力増幅器の広い周波数帯に渡つて、その出力電力あるいは電力効率を高いレベルに維持することができる。

第8図(a)は、本発明の提供する技術手段による効果を示すものである。同図によると、従来の技術による増幅周波数帯は、30ないし50 MHzであるが、本発明によると100 MHzを越えることがわかる。これにより、可変周波数電力増幅装置の増幅周波数帯を著しく拡大すること

ができる。

#### 4. 図面の簡単な説明

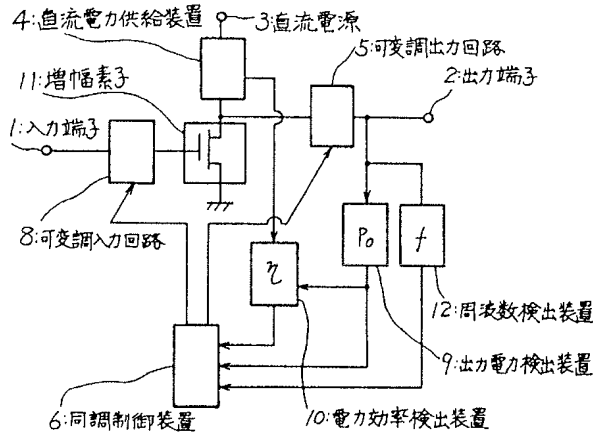
第1図は本発明の概念を示すブロック図、第2図a, bおよび第3図乃至第7図は、それぞれ本発明の実施例を示す回路図、第2図<sup>c</sup><sub>1</sub>, <sup>d</sup><sub>2</sub>はそれぞれ従来例および本発明の実施例における電力効率あるいは出力電圧の特性図、第8図a, bは本発明の効果を示す特性図である。

1, 101…入力端子、2…出力端子、3…直流電源端子、4…出力電力印加装置、5…出力同調回路、6…同調制御装置、7…同調制御装置、8…入力同調回路、9…出力電力検出装置、10…電力効率検出装置、11…増幅素子、12…周波数検出装置、501…可変同調素子、502…バラクタ・ダイオード、503…キャパシタ、504…ストリップ線路、601…出力電力検出装置、602…電源端子、603…制御電圧印加装置、604…直流増幅装置、701…制御端子、703…制御電圧印加装置、704…直流増幅装置、801…可変同調素子、802…バラクタ・ダイ

オード。

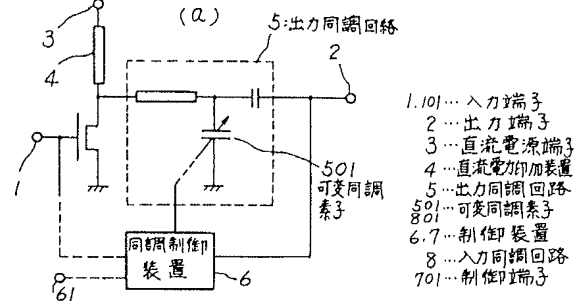
代理人 弁理士 小川勝男

第 1 図

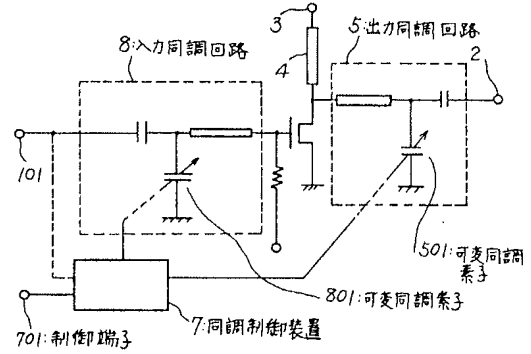


- 1…入力端子
- 2…出力端子
- 3…直流電源端子
- 4…直流電力供給装置
- 5…可変同調出力回路
- 6, 7…同調制御装置
- 8…可変同調入力回路
- 9…出力電力検出装置
- 10…電力効率検出装置
- 11…同波数検出装置
- 12…増幅素子

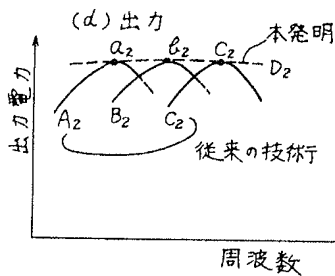
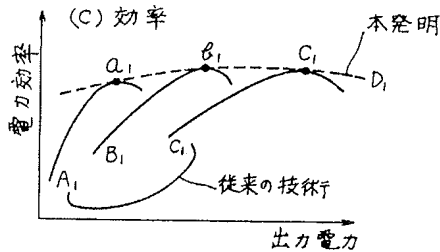
第 2 図



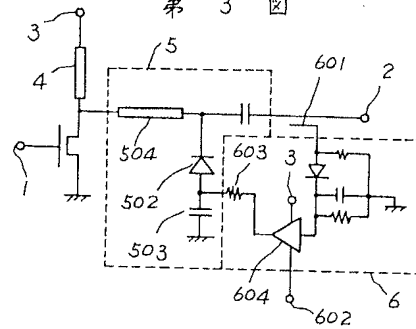
(b)



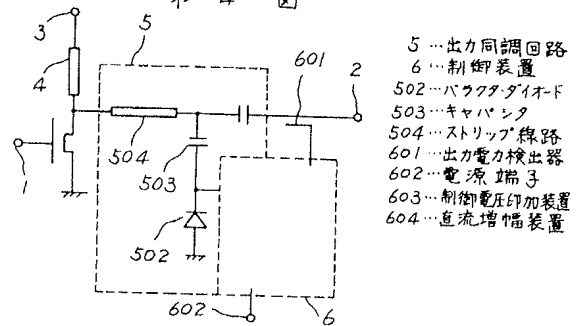
第 2 図



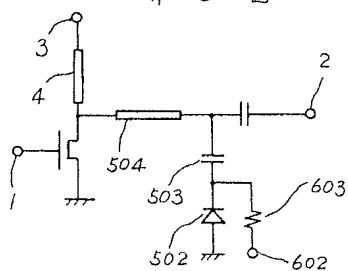
第 3 図



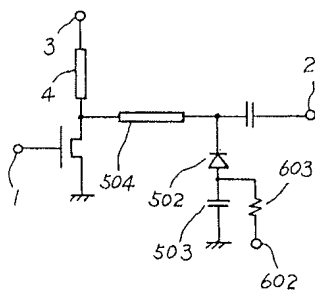
第 4 図



第5図

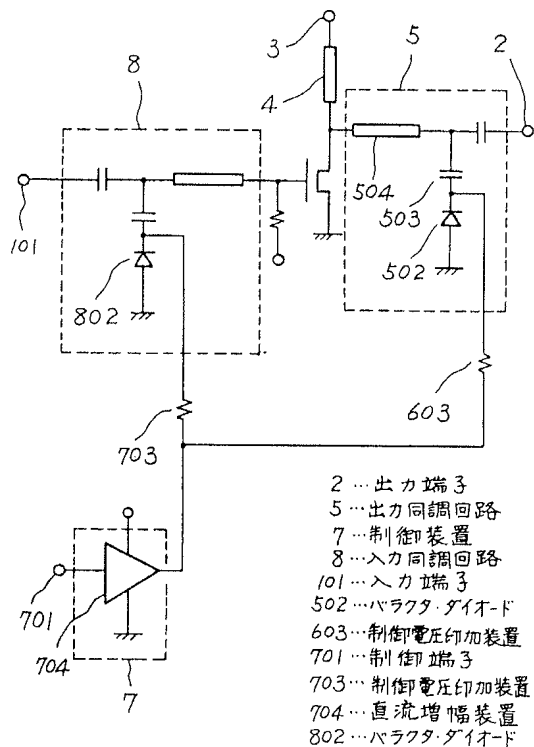


第6図



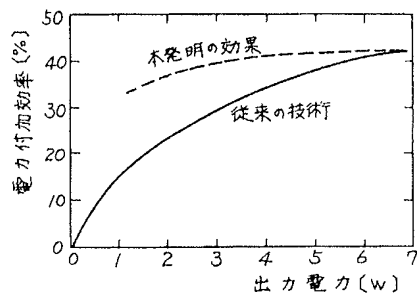
- 1…入力端子  
2…出力端子  
3…直流電源端子  
4…電源印加装置  
502…バラクタダイオード  
503…ギャパシタ  
504…ストリップ線路  
602…電源端子  
603…制御電圧印加装置

第7図

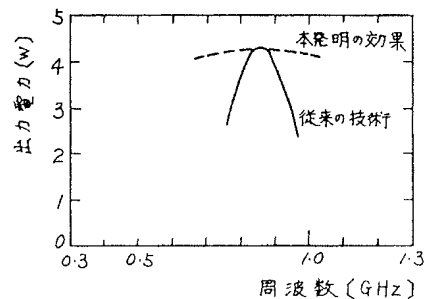


- 2…出力端子  
5…出力同調回路  
7…制御装置  
8…入力同調回路  
101…入力端子  
502…バラクタダイオード  
603…制御電圧印加装置  
701…制御端子  
703…制御電圧印加装置  
704…直流増幅装置  
802…バラクタダイオード

第8図  
(a)



(b)





第1頁の続き

④発 明 者 永 田

穰

東京都国分寺市東恋ヶ窪1丁目280番地 株式会社日立製作所中央研究所内